

ANÁLISE ESPACIAL DE ELEMENTOS EM ÁREA FERTIRRIGADA COM ESGOTO SECUNDÁRIO

Rubens C. Monteiro¹; Thereza C. U. Alves ².

Palavras-chave: fertirrigação, esgoto, efluente secundário, agricultura

INTRODUÇÃO

A reutilização de efluentes na agricultura implica em maior disponibilidade de recursos hídricos de melhor qualidade à população e resolução de problemas ambientais associados à disposição desse resíduo nos corpos d'água de superfície. Além disso, os efluentes têm se mostrado efetivos como fonte d'água e em alguns casos, de nutrientes às plantas. Este estudo tem por objetivo viabilizar a disposição de efluente secundário de esgoto tratado em um sistema solo-planta, monitorando-se as propriedades do efluente, avaliando-se as principais características químicas (pH, carbono orgânico total, nitrogênio total, P, S, cátions trocáveis, metais pesados - disponíveis e totais) e físicas do solo (condutividade elétrica, condutividade hidráulica, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e argila dispersa em água), o estado nutricional das plantas, a produção de matéria seca, o retorno econômico e o impacto ambiental em um Latossolo Vermelho, ao longo de 24 meses. O experimento está instalado na Estação Experimental de Lins (SP), ao lado da Estação de Tratamento de Esgoto municipal, operada pela SABESP.

A área de estudo do projeto fica no município de Lins, localizado entre as coordenadas 22° e 21° S e 49° e 50° W, distando cerca de 600 km da capital do Estado de São Paulo. O experimento foi implantado numa área experimental da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), junto à estação de tratamento de esgotos da cidade de Lins, com o objetivo promover estudos integrados e interdisciplinares para estudar os efeitos da fertirrigação com efluentes de esgotos tratados no sistema solo, na água subterrânea e em diferentes tipos de culturas (café, milho, girassol e forrageira). A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da SABESP é composta por 6 lagoas, sendo 3 facultativas e 3 anaeróbias, com capacidade para 55.522,87 m³ e 23.227,03 m³ cada lagoa, respectivamente. A lagoa mais alta na vertente

¹ ESALQ/USP, Piracicaba-SP; monteiro@esalq.usp.br - Av. Prof. Alberto Vollet Sachs, 599 - Bloco B-1, apt. 13 - Jd. Nova América - 13417-670 - Piracicaba - SP - Brasil

² CCA/UFSCar, Araras-SP

fornece o efluente que é utilizado para fertirrigação das culturas via um sistema de irrigação por gotejamento. A área do estudo experimental ocupa cerca de 5 ha e está à jusante das lagoas, em uma vertente com ligeira inclinação, terminando no Córrego Campestre.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de solo com trado manual em 30 pontos em 6 profundidades: de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm, de 20 a 30 cm, de 45 a 55 cm, de 95 a 105 cm e de 195 a 200 cm. As variáveis estudadas foram: pH H₂O, pH CaCl₂, pH KCl (pH efetivo), matéria orgânica (m.o.), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na). Foi calculado $\Delta\text{pH} = \text{pH CaCl}_2 - \text{pH H}_2\text{O}$.

Essas medidas foram interpoladas no programa SURFER 8 (Golden Software) para análise do comportamento espacial de cada variável, com uso da Mínima Curvatura neste estudo. Utilizou-se também Análise de Superfície de Tendência, pela qual se filtra uma tendência global utilizando um polinômio de regressão de 1º grau, i.e., um plano, e, interpolando-se os resíduos, no caso, por Mínima Curvatura, obtém-se a tendência local, evidenciando anomalias positivas e negativas das variáveis. Os mapas obtidos foram interpretados e algumas hipóteses foram traçadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

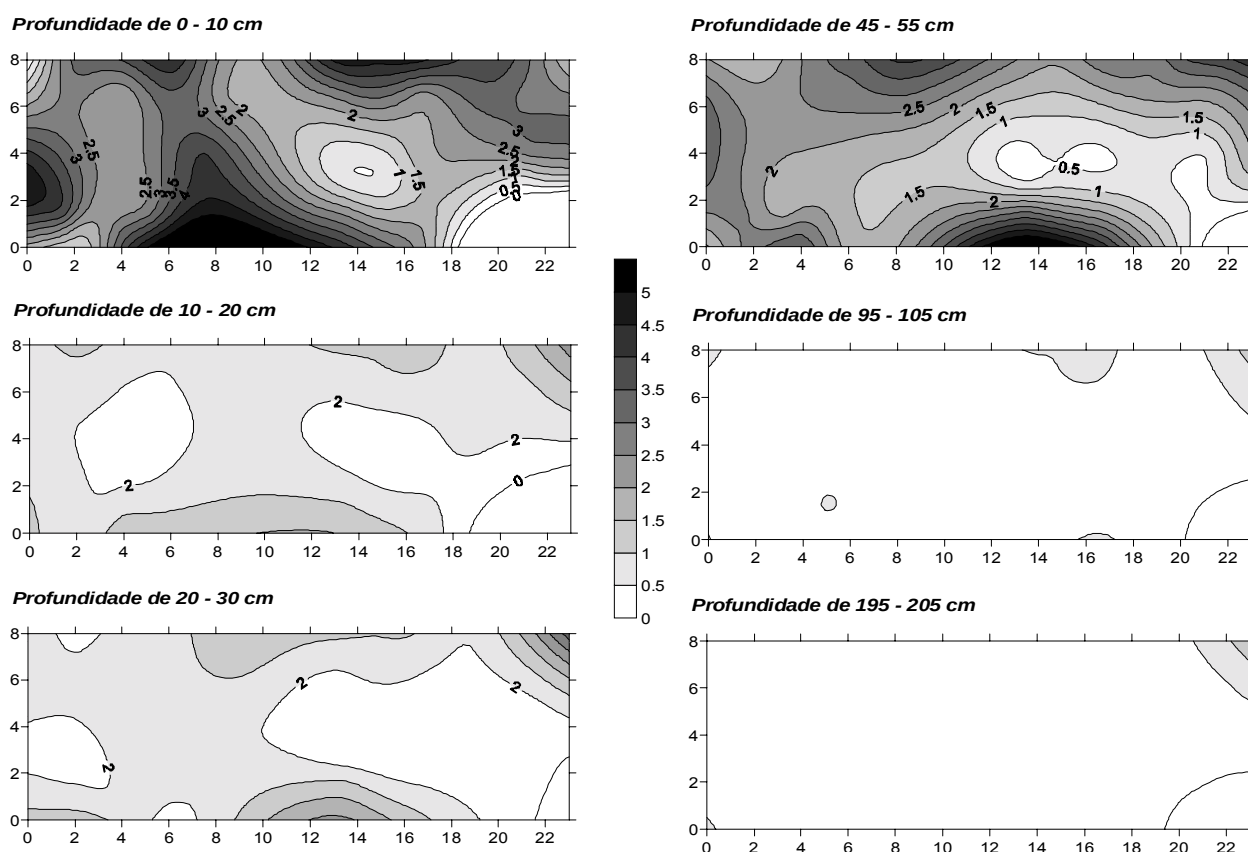
ΔpH : Essa variável apresenta valores negativos em quase toda a área, o que indica que o solo é carregado negativamente, porém nas duas camadas superiores, de 0 a 20 cm de profundidade, os valores são menos negativos, talvez pela maior quantidade de cátions presentes no solo adsorvidos na matéria orgânica e algo no solo, que é mais arenoso. Os mapas de resíduo de superfície de 1º grau parecem apresentar: uma anomalia negativa na porção central da área nas profundidades de 20 a 55 cm, o que pode ser indicativo de menor presença de cátions; e anomalias positivas nas maiores profundidades, talvez reflexo de cátions adsorvidos que migraram no perfil e pela menor presença de matéria orgânica.

pH efetivo: O pH é variável de 4 a 6 em toda a área, mas chega a valores mais baixos na porção centro-oeste da área, que recebe efluente tratado com cloro. Os mapas de resíduos de regressão de 1º grau ressaltam uma anomalia negativa bastante alta na mesma área em que o pH efetivo é mais baixo, indicando a área de maior acidez do solo.

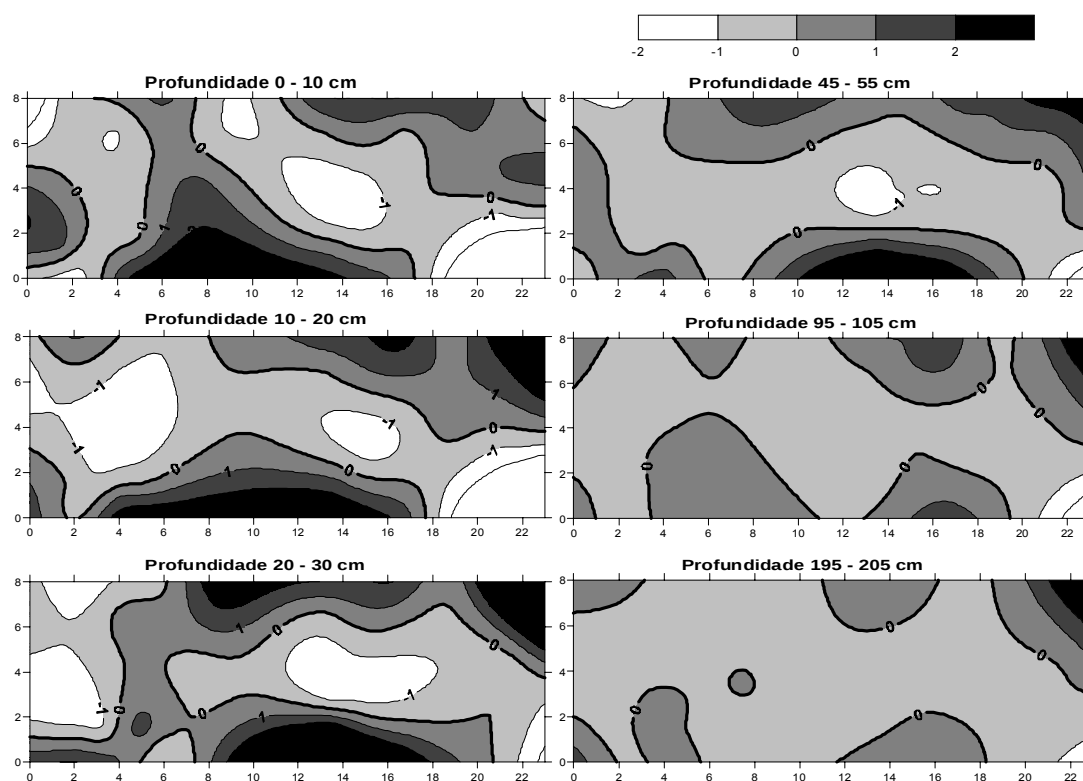
Matéria Orgânica: A matéria orgânica apresenta valores bem mais altos nas camadas

superiores do solo, atingindo mais de 23 g/kg, em quase toda a área. Isso deve ser resultado da incorporação da matéria orgânica pela fertirrigação com o efluente, naturalmente mais rico nos compostos de natureza orgânica, dado serem oriundos de um esgoto sanitário/doméstico. É possível notar que as camadas inferiores a 30 cm de profundidades apresentam teores gradativamente menores de matéria orgânica.

Sódio (Na): O sódio é um dos elementos mais problemáticos no esgoto doméstico pela sua quantidade, resultante da alimentação humana rica em cloreto de sódio, e dispersão que causa nas argilas do solo. É um elemento altamente móvel no perfil do solo e usado como traçador de plumas de contaminação em aterros sanitários. Os mapas evidenciam grande quantidade de solo na camada superior do solo, de 0 a 10 cm, e entre 45 e 50 cm.



A camada superior deve resultar exatamente da aplicação do efluente secundário por gotejamento. Ainda que o gotejamento seja uma técnica mais econômica em termos de água e que minimize a evapotranspiração, pelo manejo no cultivo de milho e girassol, sem a manutenção de cobertura (*mulch*), o efeito do sol pode ter causado maior concentração de sódio na camada superior. Analisando os mapas, facilmente se insere um processo de salinização do solo. A concentração maior de solo na profundidade de 50 cm é de mais difícil explicação e pode estar relacionada a uma camada mais argilosa no solo.



Potássio (K): O potássio apresenta concentrações maiores na camada superior, sistematicamente diminuindo com a profundidade. Nas porções centro-oeste e noroeste da área, nas profundidades de 0 a 20 cm parece haver uma maior concentração de potássio, talvez como efeito da aplicação de adubo nessas áreas. Os mapas de resíduos são pouco indicativos das anomalias, mas parecem corroborar para evidenciar maior concentração de potássio nas porções laterais da área, onde existe aplicação de adubo.

Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg): Os mapas de cálcio e magnésio parecem evidenciar uma menor concentração nas camadas superiores, de 0 a 20 cm, na porção centro-oeste da área, e maior concentração nas camadas inferiores, de 20 a 50 cm. Esta área corresponde a uma porção mais ácida, que pode indicar que o cálcio foi mobilizado verticalmente no perfil do solo. Os resíduos evidenciam uma maior concentração de cálcio e magnésio na porção centro-leste, principalmente de 0 a 20 cm de profundidade, talvez pela quantidade de cálcio e magnésio presente no efluente.

Fósforo (P): O fósforo apresenta maiores concentrações nas camadas superiores, de 0 a 20 cm, por advir do efluente, mais rico em fósforo, e pela imobilidade do elemento no perfil. Na porção centro leste, nas camadas superiores a concentração é menor. O mapa de resíduos mostra, na profundidade de 10 a 20 cm, uma grande anomalia negativa, indicando que nessa área o teor de fósforo é bem menor que a tendência global de toda a área.